

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebersihan tangan di berbagai fasilitas publik telah diakui sebagai langkah penting untuk mencegah penyebaran penyakit infeksius. Di tengah pandemi COVID-19, protokol kesehatan berbasis teknologi yang efisien semakin penting. Mesin cuci tangan otomatis membantu orang mengurangi kontak fisik selama perawatan kebersihan tangan. Namun demikian, sistem yang tersedia secara komersial masih memiliki keterbatasan besar dalam akurasi deteksi objek. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa banyak sistem terus menghasilkan deteksi *false positive* yang tinggi. Kondisi ini menyebabkan penggunaan sumber daya seperti air dan sabun tidak efisien (Asrul, 2021). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem deteksi yang lebih akurat dan presisi yang dapat digunakan dalam situasi nyata.

Penelitian mengenai pengenalan gerak tangan secara umum telah banyak direview oleh peneliti sebelumnya, dengan fokus pada perkembangan metode *machine learning* dalam kurun waktu lima tahun terakhir. Hasil tinjauan terhadap 20 literatur menunjukkan bahwa metode *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan pendekatan yang paling dominan, digunakan pada 13 penelitian yang dianalisis. Selain itu, CNN juga menunjukkan performa yang sangat baik, dengan tingkat akurasi tertinggi mencapai 98,52% dalam pengenalan gerak tangan, baik untuk *gesture* statis maupun dinamis (Aziz & Kurniawardhani, 2022). Teknologi ini telah terbukti berguna untuk sistem assistif kreatif dan interaksi komputer. Dengan menggunakan *gesture recognition*, program dapat mengidentifikasi keberadaan tangan dan membedakannya dari objek lain. Kemampuan ini sangat penting untuk mencegah sistem yang tidak diinginkan bekerja. Kehandalan teknologi ini telah ditunjukkan dalam berbagai latar belakang dan pencahayaan. Untuk meningkatkan kinerja sistem dalam situasi dunia nyata, ada upaya yang terus dilakukan.

Sistem cuci tangan otomatis telah banyak dikembangkan sebagai upaya untuk mendukung penerapan protokol kesehatan, khususnya dalam mencegah penularan penyakit melalui kontak tangan. Penelitian sebelumnya merancang alat

cuci tangan otomatis berbasis sensor inframerah Sharp GP2Y0A21YK0F dan mikrokontroler Arduino Nano. Pada sistem tersebut, sensor berfungsi untuk mendeteksi keberadaan tangan pada jarak tertentu, yaitu antara 10–80 cm, yang selanjutnya digunakan untuk mengaktifkan solenoid *valve* sebagai pengendali aliran air dan water pump sebagai pengendali keluaran sabun. Dengan mekanisme ini, alat dapat beroperasi tanpa sentuhan langsung, di mana perbedaan keluaran air biasa dan air sabun ditentukan berdasarkan jarak deteksi tangan yang telah diprogram sebelumnya (Annisa et al., 2024). Penelitian serupa juga telah dilakukan dengan menggunakan Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler utama. Sistem ini dikombinasikan dengan dua sensor inframerah, pompa air DC 12 V dengan laju aliran 4,5 LPM dan tekanan hingga 90 PSI, relay module, serta servo motor yang berfungsi untuk mendistribusikan sabun. Perangkat dirancang menggunakan rangka baja guna menjaga kestabilan alat, serta dilengkapi dengan reservoir air berkapasitas 19 liter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa performa aktuator belum bekerja secara optimal. Hal ini disebabkan oleh sistem elektronik yang masih memiliki keterbatasan, seperti penggunaan kabel *jumper* yang berlebihan serta output daya yang belum maksimal. Meskipun demikian, program yang dirancang dapat berjalan dengan baik pada tahap simulasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem ini memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi proses cuci tangan sekaligus menghemat penggunaan air, khususnya di lingkungan institusi (Djafar et al., 2021).

Penelitian lain telah mengintegrasikan penggunaan kamera dengan algoritma Haar Training untuk meningkatkan spesifisitas pendeteksian tangan pada mesin cuci tangan otomatis. Pada sistem tersebut, bentuk tangan dideteksi menggunakan 50 citra positif dan 30 citra negatif yang selanjutnya dikonversi ke dalam format XML. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi pendeteksian bentuk tangan mencapai 100% pada 10 sampel uji. Selain itu, pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik menunjukkan tingkat kesalahan yang sangat kecil, misalnya pada jarak aktual 30 cm terbaca sebesar 31 cm. Pengujian sistem secara keseluruhan juga menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada 6 kali percobaan, di mana kran air, kran sabun, dan pengering hanya aktif ketika objek yang terdeteksi benar-benar berupa tangan. Hal ini membuktikan bahwa integrasi kamera dan

algoritma Haar Training mampu mengurangi *false positive* dibandingkan penggunaan sensor proximity secara tunggal (Sukri, 2019).

MediaPipe sebagai *framework* visi komputer juga telah banyak dimanfaatkan untuk pengenalan gesture tangan secara *real time*. Salah satu implementasi yang berhasil adalah pengendalian presentasi PowerPoint secara *touchless*, di mana model yang dikembangkan mampu mengenali beberapa jenis gestur tangan, seperti *open palm*, *closed fist*, *pointer*, dan *peace*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem tersebut memiliki performa yang sangat baik, dengan nilai macro average precision, recall, dan F1 score sebesar 97% (Agustiani et al., 2024). Salah satu keunggulan utama MediaPipe adalah kemampuannya mengintegrasikan berbagai model seperti 1D CNN (*Convolutional Neural Network*) secara optimal untuk melakukan pelacakan titik-titik kunci (*landmark*) pada tangan, wajah, maupun tubuh manusia.

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan metode *deep learning* yang sangat andal dalam klasifikasi citra, termasuk pengenalan pola gesture tangan. CNN mampu meningkatkan akurasi sistem pengenalan gesture dengan mengekstraksi fitur-fitur penting dari citra tangan secara otomatis dan efisien. CNN 1D (One-Dimensional Convolutional Neural Network) adalah jenis arsitektur deep learning yang menggunakan konvolusi satu dimensi untuk mengekstraksi pola atau fitur dari data berurutan (*sequential*) atau vektor satu dimensi. Berbeda dari CNN 2D yang umum dipakai pada citra (gambar dua dimensi: tinggi $\times$ lebar), CNN 1D bekerja pada data vektor biasanya berupa urutan nilai seperti sinyal (misalnya suara, EEG, sensor getaran), teks (urutan kata/embedding) atau data hasil ekstraksi fitur seperti koordinat landmark tangan dari MediaPipe (Meng et al., 2024). Aplikasi MediaPipe juga telah dikembangkan pada sistem rehabilitasi tangan berbasis *Internet of Things* (RIOT), di mana *framework* ini dikombinasikan dengan *Web Assembly* (WASM) serta algoritma adaptif untuk memberikan *feedback* secara *real-time* pada latihan rehabilitasi tangan, seperti *strengthening* dan *opposition exercises*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai akurasi hingga 0,97 pada jarak kamera–tangan optimal sebesar 60 cm, dengan nilai F1-score mencapai 1,00. Selain itu, sistem menghasilkan nilai precision sebesar 0,67, recall sebesar 1,34, serta latency rata-rata 1,02 ms pada kondisi pencahayaan terang (*bright lighting*) menggunakan *external webcam*. Meskipun demikian, performa

sistem mengalami penurunan ketika jarak melebihi 60 cm, di mana *latency* meningkat hingga 1,08 ms, serta akurasi menurun pada kondisi pencahayaan rendah (*dim lighting*) hingga 0,67 (Qazi et al., 2022). Ketika CNN 1D diintegrasikan dengan MediaPipe, kombinasi ini membentuk sistem yang sangat efektif untuk pengenalan gesture secara *real-time*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem cuci tangan yang dapat dikendalikan melalui pengenalan gestur tangan menggunakan MediaPipe dan model 1D CNN?
2. Bagaimana melakukan pengenalan gestur dengan menggunakan MediaPipe dan 1D CNN?
3. Bagaimana kinerja sistem dalam mengenali gestur tangan dan mengaktifkan aktuator untuk sabun, air, serta pengering secara otomatis?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu merancang dan membangun prototipe sistem cuci tangan otomatis berbasis pengenalan gestur tangan menggunakan MediaPipe dan model 1D CNN.
2. Mampu melakukan pengenalan *gesture* menggunakan metode MediaPipe dan model 1D CNN.
3. Mampu mengaktifkan aktuator untuk air, sabun, dan pengering berdasarkan *gesture*

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan sistem cuci tangan yang higienis dan efisien.
2. Mengurangi risiko penularan penyakit melalui kontak fisik dengan permukaan perangkat cuci tangan.

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat tercapai sesuai dengan tujuan maka perlu dilakukan pembatasan masalah seperti berikut:

1. Sistem hanya mengenali tiga *gesture*, yang masing-masing untuk mengaktifkan aliran air, mengeluarkan sabun, dan mengaktifkan pengering.
2. Setiap aktuator, yaitu pompa air, pompa sabun, dan pengering, diaktifkan sesuai dengan durasi aktif yang telah ditetapkan masing-masing.
3. Pengujian dilakukan dalam lingkungan terkontrol dengan pencahayaan yang memadai.

1.5. Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi penelitian merupakan tahapan untuk memberikan batasan dan memperjelas pokok permasalahan dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Adapun metodologi penulisan skripsi dijelaskan secara singkat pada uraian sebagai berikut:

1. Pendefisian Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang ada di lapangan, yaitu keterbatasan sistem cuci tangan otomatis yang masih menggunakan sensor proximity dengan tingkat akurasi tinggi tetapi tidak dapat membedakan objek yang dideteksi. Permasalahan utama yang diangkat adalah bagaimana merancang sistem yang mampu mengenali gestur tangan dengan akurat untuk mengaktifkan sabun, air, dan pengering secara otomatis.

2. Pencarian Sumber Referensi

Tahap ini melibatkan pengumpulan literatur dari buku, jurnal ilmiah, artikel, dan penelitian terdahulu yang relevan. Referensi digunakan sebagai dasar teori dalam perancangan sistem, terutama yang berkaitan dengan visi komputer, pengenalan gestur tangan, serta penerapan MediaPipe dan model CNN dalam deteksi objek.

3. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Rancangan mencakup blok diagram sistem, pemilihan komponen seperti kamera, mikrokontroler, aktuator, serta perancangan dataset gestur tangan yang akan digunakan untuk melatih MediaPipe dan model CNN.

4. Pengujian Sistem

Sistem yang telah dirancang kemudian diuji dengan melakukan percobaan pengenalan gestur tangan dalam kondisi pencahayaan yang berbeda. Pengujian mencakup evaluasi akurasi deteksi gestur, kecepatan sistem dalam merespons, serta efektivitas aktuator dalam mengeluarkan air, sabun, dan mengaktifkan pengering.

5. Pengumpulan dan Analisis Data Penelitian

Data hasil pengujian dikumpulkan untuk dianalisis. Analisis dilakukan dengan membandingkan tingkat akurasi sistem terhadap target yang diharapkan, mengukur respons aktuator, serta mengevaluasi efisiensi penggunaan air dan sabun. Dari analisis ini dapat diketahui kelebihan dan kekurangan sistem.

6. Pembuatan Laporan Penelitian

Setelah seluruh rangkaian penelitian selesai, hasil penelitian disusun dalam bentuk laporan skripsi. Laporan ini mencakup latar belakang, landasan teori, metodologi, hasil pengujian, analisis, kesimpulan, serta saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

1.6. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian dibutuhkan jadwal rencana untuk kegiatan, agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan jadwal yang diharapkan. Berikut merupakan jadwal pelaksanaan dari penelitian yang dilakukan penulis tentang “Sistem Pengenalan *Gesture* Tangan Menggunakan Mediapipe dan 1D CNN Untuk Mengontrol *Washing Machine* Otomatis” yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Rincian	Bulan					
			I	II	III	IV	V	VI
1	Persiapan	Mencari permasalahan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.						
		Studi literatur jurnal dan artikel ilmiah yang serupa.						
		Mempersiapkan alat dan bahan.						

2	Pelaksanaan	Merancang dan membuat sistem cuci tangan otomatis.							
		Membuat <i>dataset gesture</i> .							
		Membuat model MediaPipe dan CNN untuk deteksi <i>gesture</i> .							
		Membuat program untuk sistem cuci tangan otomatis.							
3	Pengujian	Menguji apakah aktuator bekerja seperti seharusnya.							
		Menguji model MediaPipe dan CNN untuk deteksi <i>gesture</i> .							
		Menguji sistem berdasarkan <i>gesture</i> .							
4	Penyelesaian	Pengumpulan dan analisis data penelitian.							
		Pembuatan laporan penelitian.							